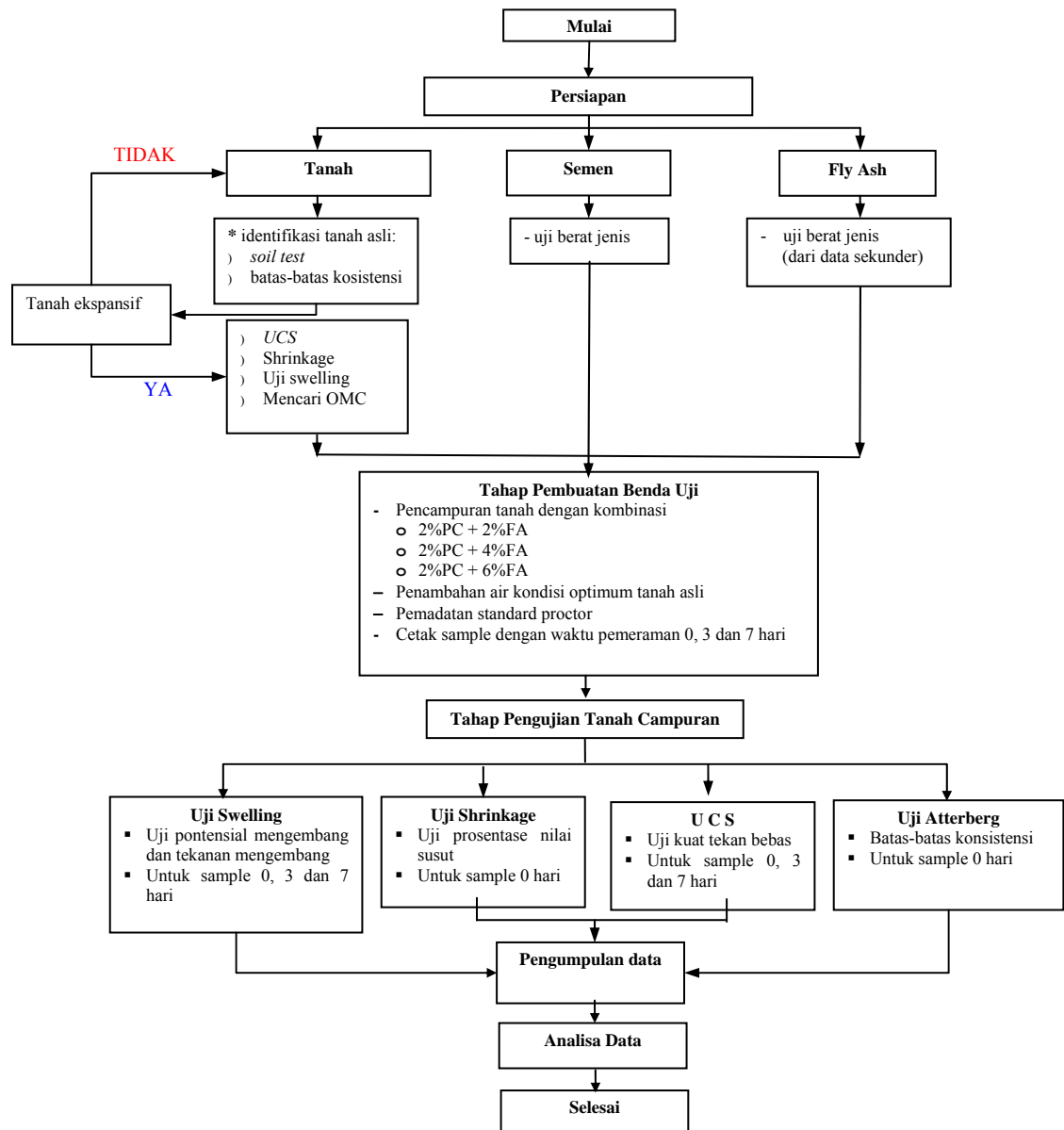


## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Umum

Dalam perencanaan pekerjaan, diperlukan tahapan-tahapan atau metodologi yang jelas untuk menentukan hasil yang ingin dicapai sesuai dengan tujuan yang ada, bagaimana data-data diperoleh dan diolah sehingga diketahui sifat dan karakteristik yang ada, kemudian dilakukan analisa untuk pemecahan masalah dari data tersebut, diagram alir dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Metode Penelitian

## **3.2. Pengambilan Sample**

### **3.2.1. Pengambilan contoh tanah**

Lokasi pengambilan contoh tanah adalah di daerah Godong-Porwodadi KM, 50. Contoh tanah yang diteliti diambil  $\pm$  berjarak 10 m, dari bahu jalan. Hal ini dilakukan agar didapat contoh tanah asli, bukan tanah yang sudah tercampur dengan tanah timbunan. Contoh tanah diambil dengan kedalaman  $\pm$  50 cm - 150 cm. Contoh tanah diambil dalam keadaan *disturbed* (terganggu) dalam bentuk bongkahan-bongkahan tanah.

#### **3.2.1.1. Boring**

##### **a. Tujuan**

- › Untuk mengetahui strukur tanah, setelah sampel yang didapat diklasifikasikan di lapangan maupun di laboratorium.
- › Untuk mengetahui tinggi muka air.
- › Untuk mendapatkan contoh tanah pada kedalaman tertentu untuk diselidiki di laboratorium.

##### **b. Alat yang Digunakan**

- › Mata bor
- › Pipa bor
- › Stang bor
- › Tabung sampel
- › *Cap* (kepala) dan alat pemukul (palu)
- › Alat pembersih tanah pada mata bor
- › Kunci inggris besar satu pasang
- › Tempat sampel (kantong plastik, karet)

### c. Cara Kerja

1. Mata bor dengan pipa satu meter serta stang dipasang.
2. Stang diputar dengan searah jarum jam dan kedudukan tegak lurus.
3. Apabila mata bor sudah penuh, maka diangkat dan dibersihkan, begitu selanjutnya sampai kedalaman 1 meter, dan seterusnya.
4. Pada waktu bor diangkat, kedalaman tanah yang telah dicapai dan warna tanah yang ada diamati kemudian dicatat, apabila terjadi perubahan warna maupun struktur tanah. Hal ini dimaksudkan untuk menggambarkan profil pengeboran.
5. Pada kedalaman yang direncanakan (0,5m, 1,0m dan 1,3m) diadakan pengambilan sampel tanah dengan tabung dan apabila tanahnya lembek sekali atau pasir, sehingga tidak bisa diambil dengan tabung, maka dapat diambil dengan mata bor.
6. Pekerjaan begitu seterusnya, sesudah itu dibawa ke laboratorium serta jangan lupa untuk mencatat kedalaman muka air tanahnya (MAT).

### **3.2.1.2. Sampling**

Pengambilan contoh tanah untuk dilakukan penyelidikan di laboratorium ada dua macam yaitu:

#### 1. Contoh tidak asli

Contoh tidak asli (*disturbed samples*) diambil tanpa adanya usaha-usaha yang dilakukan untuk melindungi struktur asli dari tanah tersebut. Contoh-contoh ini biasanya dibawa ke laboratorium dalam tempat tertutup (kaleng atau kantong plastik) sehingga kadar airnya tidak berubah. Bilamana tidak ada kebutuhan untuk mempertahankan contoh-contoh tersebut pada kadar airnya yang asli, maka contoh-contoh ini dapat diambil terbuka. Contoh tidak asli ini dapat dipakai untuk

segala penyelidikan yang tidak memerlukan contoh asli (*undisturbed samples*), seperti ukuran butiran, batas-batas konsistensi, pemadatan.

## 2. Contoh asli

Contoh asli (*undisturbed samples*) adalah suatu contoh yang masih menunjukkan sifat-sifat asli dari tanah yang ada padanya. Contoh ini tidak mengalami perubahan dalam struktur kadar air (*water content*). Contoh yang benar-benar asli (*trully undisturbed samples*) tidaklah mungkin diperoleh, tetapi dengan teknik pelaksanaan sebagaimana mestinya dan cara pengamatan yang tepat, maka kerusakan terhadap contoh bisa dibatasi sekecil mungkin. Contoh asli dapat diambil dengan memakai tabung contoh (*samples tubes*).

Tabung contoh merupakan suatu alat yang berbentuk silinder berdinding tipis yang disambung dengan stang-stang bor dengan suatu alat yang disebut pemegang tabung contoh (*samples tube holding device*). Alat ini terutama dipakai untuk lempung, yang lunak sampai sedang. Tabung contoh ini dimasukkan ke dalam dasar lubang bor, dan kemudian ditekan atau dipukul ke dalam tanah asli yang akan diambil contohnya pada dasar lubang bor. Tabung-tabung contoh yang biasanya dipakai di sini mempunyai diameter dalam antara 6cm-7cm.

### 3.2.2. Semen

Semen yang digunakan untuk penelitian ini adalah semen Portland yang sesuai dengan ASTM C 150-92 yaitu semen Portland type I dengan merk semen Gresik.

## Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis semen *portland* menggunakan botol *Le Chatelier*. Berat jenis semen yang disyaratkan SK SNI 15–2531–1991 berkisar antara 3.00–3.20 t/m<sup>3</sup>. Berat jenis semen perlu diketahui untuk menentukan type dari semen

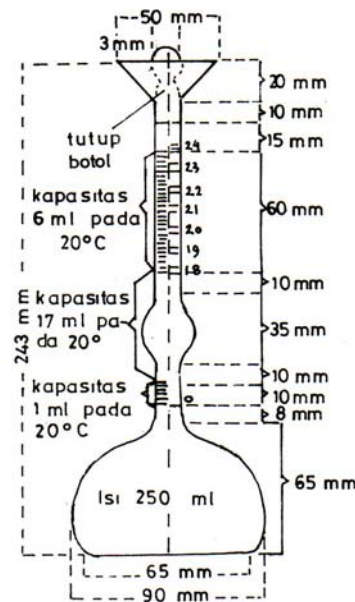
Alat dan bahan yang digunakan :

- Timbangan
- Botol *Le Chatelier*
- Termometer
- Cawan
- Corong kaca
- Kerosin bebas air
- Semen *portland*
- Air dengan suhu 20<sup>0</sup>c

Prosedur pelaksanaan pengujian berat jenis semen sebagai berikut :

1. Mengisi botol *Le Chatelier* dengan kerosin sampai skala 1 untuk pengujian pertama dan sampai skala 18 untuk pengujian kedua.
2. Merendam botol *Le Chatelier* ke dalam cawan yang berisi air dengan suhu 20<sup>0</sup>c bila kerosin turun maka kerosin harus ditambah sampai skala tetap pada keadaan semula.
3. Setelah suhu cairan dalam botol dan air sama, tinggi permukaan cairan dibaca terhadap skala botol ( $V_1$ ).
4. Memasukkan semen sebanyak 64 gram untuk skala 1 sedikit demi sedikit ke dalam botol. Hindarkan penempelan semen pada dinding dalam botol di atas cairan, sedangkan untuk skala 18 digunakan semen sebanyak 15 gram.

5. Setelah seluruh benda uji dimasukkan, botol diputar atau digoyangkan perlahan sehingga seluruh gelembung udara keluar.
6. Setelah suhu cairan dalam botol dan air sama  $20^{\circ}\text{C}$ , tinggi permukaan cairan dibaca terhadap skala botol ( $V_2$ ).
7. Menghitung berat jenis semen *portland*.



**Gambar 3.1.** Botol *Le Chatelier*

### 3.2.3. *fly ash*

Fly ash yang digunakan berasal dari limbah PLTU Suralaya yang diperoleh melalui PT. LKU (Lintas Kalimantan Utara). Fly ash ini merupakan hasil dari pembakaran batubaran low calorie yang berasal dari pulau Kalimantan.

### 3.3. Tahap Persiapan

Yang termasuk dalam tahap persiapan ini adalah pemeriksaan *index properties* (*physical properties*) dan penetapan OMC standar Proctor. Adapun

tahapan pemeriksaan *index properties* bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat dasar dari tanah yang digunakan.

### 3.3.1. Identifikasi Tanah

Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat dasar (*index properties*) dari tanah yang digunakan. Penelitian pendahuluan adalah penentuan :

), *Soil Test*

- o Berat isi
- o Kadar air  
ASTM : D-2216-71
- o Berat jenis  
ASTM : D-854-72

), *Grain Size*

- o Analisa ayakan  
ASTM : C-136-46
- o Hidrometer  
ASTM : D-421-58 dan D-422-63

), Batas-batas konsistensi (*liquid and limit*)

ASTM : D-2216-71

), Kuat geser tanah

), Kembang susut tanah (*swelling*)

ASTM : D-4536-90 (B)

### 3.3.1.1. Soil Test

#### 3.3.1.1.1. Berat Isi Tanah

Cara menentukan berat isi tanah ialah dengan menggunakan berat sejumlah tanah yang isinya diketahui. Untuk tanah asli biasanya dipakai sebuah cincin yang dimasukkan ke dalam tanah sampai terisi penuh, kemudian atas dan bawahnya diratakan dan cincin serta beratnya diketahui maka berat isi dapat langsung dihitung.

Misal:

Berat cincin + tanah =  $w_2$

Berat cincin =  $w_1$

Berat tanah =  $w_2 - w_1$

Isi cincin = 1

Jumlah =  $\frac{w_2 - w_1}{1} \dots \dots \dots$

(3.1)

##### a. Tujuan

Untuk mengetahui berat jenis tanah dalam kondisi basah dan kondisi kering.

##### b. Alat yang Digunakan

- ), Botol berisi air raksa
- ), Cawan kaca dan kaca penekan
- ), Neraca analitis dan anak timbangan

##### c. Cara Kerja

1. Ambil contoh tanah dalam keadaan asli dan dibentuk kubus dengan rusuk  $\pm 1,5$  cm.
2. Contoh tanah masing-masing kedalaman dibuat 2 buah sampel.



3. Masing-masing contoh tanah ditimbang dengan mempergunakan cawan yang sudah diketahui beratnya.
4. Setelah contoh tanah diketahui beratnya kemudian ditaruh diatas air raksa yang sudah dipersiapkan.
5. Contoh tanah diratakan dan ditekan dengan kaca.
6. Air raksa yang tumpah ditimbang untuk diketahui beratnya.

$$\delta_b = \frac{c}{v} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

c: Berat contoh tanah

v: Volume air raksa

#### 3.3.1.1.2. Kadar Air

Untuk menentukan kadar air sejumlah tanah ditempatkan dalam krus (kaleng kecil) yang beratnya (w1) diketahui sebelumnya. Krus dengan tanah ditimbang (w2) dan kemudian dimasukkan dalam oven yang temperaturnya 150oc untuk masa waktu 24jam. Kemudian tanah ditimbang kembali (w3).

Dengan demikian berat air = w2-w3

Berat tanah kering = w3-w1

$$\text{Kadar air tanah} = \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \dots\dots\dots (3.3)$$

##### a. Tujuan

Untuk mengetahui berapa besar kadar air yang terkandung di dalam tanah tersebut.

b. Alat yang Digunakan

- ), Neraca analitis dan anak timbangan
- ), Kaleng (cawan) timbang
- ), Oven

c. Cara Kerja

1. Cawan kosong ditimbang=a gram
2. Tanah hasil boring diambil sedikit, taruh pada cawan dan ditimbang=b gram.
3. Setelah itu cawan+tanah dimasukkan dalam oven selama 24 jam, sesudah kering diambil dan ditimbang lagi=c gram.
4. Kadar air dapat dihitung dengan rumus:

$$w = \frac{b - c}{c - a} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

**3.3.1.1.3. Berat Jenis**

Untuk percobaan ini dipakai piknometer (pycnometer atau volumetric flask), yaitu sebuah botol yang isinya diketahui dengan tepat. Adapun satuan dan nilainya bisa untuk berat isi, kadar air dan sebagainya adalah sebagai berikut:

a. Tujuan

Untuk mengetahui berat spesifik/berat jenis tanah yang bersangkutan.

b. Alat yang Digunakan

- Botol piknometer (sejumlah yang dibutuhkan)
- Neraca analitis dan anak timbangan
- Aquades
- Oven
- Termometer

c. Cara Kerja

1. Piknometer dalam keadaan kosong dibersihkan dan kemudian ditimbang= $a$  gram.
2. Piknometer diisi aquades sampai penuh dan ditimbang= $b$  gram.
3. Suhu aquades dalam piknometer diukur= $t_1^{\circ}\text{C}$  dimana harga indeksinya  $t_1$  dibaca dalam tabel.
4. Harga air piknometer dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut  $w=(b-a) \times t_1$ .
5. Contoh tanah yang telah dioven ditumbuk sampai halus melalui saringan no. 40.
6. Dengan hati-hati kita masukkan dalam piknometer sebanyak 10 gram, ditimbang= $c$  gram.
7. Piknometer+tanah kering diberi aquades dengan ketinggian  $2/3$  dan dikocok selama 5 menit agar bebas udara terus didiamkan selama 24 jam.
8. Setelah 24 jam dikocok lagi hingga bebas udara.
9. Tambahkan aquades sampai penuh.
10. Bersihkan luarnya dan ditimbang= $d$  gram.
11. Termometer dimasukkan dalam piknometer, dibaca suhunya  $t_2^{\circ}\text{C}$  dimana harga  $t_2$  dapat dibaca dalam tabel.
12. Berat jenis tanah dapat dihitung dengan rumus.

$$G_s = \frac{c - a}{w - (d - c)} \cdot \frac{1}{t_1} \cdot 100\% \dots\dots\dots (3.5)$$

### 3.3.1.2. Grain Size dan Sieve Analysis

#### 3.3.1.2.1. Analisa Ayakan

##### a. Tujuan

Untuk menentukan pembagian butir suatu contoh tanah.

##### b. Alat yang Digunakan

- › Neraca analitis dan anak timbangan
- › Satu set standar saringan US atau British no.: 4, 30, 35, 40, 60, 70, 80, 100, 120 dan 200.
- › Pengaduk atau *shaker*
- › Sikat halus
- › *Motorize* penggetar saringan dinamis *sieve*
- › Oven

##### c. Cara Kerja

1. Contoh tanah dikeringkan dengan oven, kemudian direndam dalam larutan air bersih, aduk sampai merata dan dibiarkan selama 24 jam.
2. Setelah 24 jam, ayak contoh tanah dengan susunan ayakan dengan lubang paling besar di atas dan terkecil di bawah serta alas.
3. Ayakan digoyang dengan tangan atau digetarkan dengan mesin penggetar selama 15 menit.  
Contoh tanah yang tertahan pada tiap-tiap ayakan ditimbang beratnya.

### 3.3.1.2.2. Hidrometer

#### a. Tujuan

Untuk menentukan pembagian ukuran butir tanah berbutir halus yang lolos ayakan no. 200.

#### b. Alat yang Digunakan

- › Saringan no. 200
- › Gelas ukur 100cc (sejumlah yang digunakan)
- › Alat ukur hidrometer
- › Cawan porselen besar
- › Pengaduk
- › Air suling
- › Neraca analitis dan anak timbangan
- › Oven
- › *Deflucating agent-sodium silicate*
- › *Termomete*
- › Stopwatch

#### c. Persiapan Alat dan Bahan

1. Sisa tanah yang dipergunakan dalam percobaan sebanyak 200 gram ditumbuk agar memecah menjadi butir-butir dan disaring pada saringan no. 200
2. Hasil saringan diambil sebanyak 50 gram.
3. Kemudian direndam dalam larutan sodium silikat 125cc selama 24 jam.

4. Kemudian diaduk selama 15 menit dan tambahkan aquades sehingga volumenya mencapai 1 liter.
5. Gelas ukur beserta isinya dikocok hingga merata dan alat hidrometer dimasukkan pelan-pelan, bersamaan dengan itu perhitungan waktu dilakukan.
6. Dilakukan pencatatan waktu serta harga-harga hydrometer pada saat 0 detik, 30 detik, 1 menit, 5 menit, 15 menit, 30 menit, 1 jam, 4 jam, 8 jam, 24 jam.
7. Apabila hidrometer sudah menunjukkan angka nol, maka percobaan sudah selesai.

#### **3.3.1.3. Batas-Batas Konsistensi**

Pengujian batas-batas konsistensi tanah bertujuan menentukan batas cair, batas plastis dan batas susut. Pengukuran batas-batas ini dilakukan secara rutin untuk sebagian besar penyelidikan-penyelidikan yang meliputi tanah yang berbutir halus. Karena batas-batas ini tidak merupakan fisik yang jelas maka dipakai cara empiris untuk menentukannya. Penentuan batas-batas Atterberg ini dilakukan hanya bagian tanah yang lolos melalui saringan no. 40.

### 3.3.1.3.1. Batas Cair

#### a. Tujuan

Untuk mengetahui batas cair suatu tanah, apakah tanah memerlukan tambahan air atau dikeringkan.

#### b. Alat yang Digunakan

- ), Saringan (ayakan) no. 40
- ), Cawan
- ), Alat cassagrande dengan colet penggaris
- ), Colet
- ), Neraca analitis dan anak timbangan
- ), Oven
- ), Mangkok

#### c. Cara Kerja

1. Ambil sampel tanah kurang lebih 150 gram - 200 gram yang lolos saringan no. 40
2. Tempatkan dalam cawan porselin dan campurlah dengan air suling sebanyak 15ml - 20ml campur dengan merata dengan bantuan colet.
3. Ambil sampel tanah tercampur dengan homogen dan taruh kedalam mangkok *cassagrande*.
4. Ratakan permukaan contoh dalam cawan sehingga sejajar dengan alas.
5. Setelah rata dibuat alur pada contoh tanah tersebut dengan menggunakan *grooving tool*, cara membuat alur adalah dengan memegang alat *grooving tool* tegak lurus.

6. Sebelum bekerja memutar mangkok distel terlebih dahulu sehingga jatuh mangkok terhadap alas setinggi 1cm.
7. Setelah itu baru dilaksanakan pemutaran pada stang *cassagrande* dengan kecepatan kira-kira 2 putaran/terpisah akan merapat. Dan pada waktu merapat pukulan (putaran) dicatat berapa kali banyaknya.
8. Dua kali percobaan dibawah 25 pukulan dan dua kali percobaan diatas 25 kali pukulan.
9. Pada tiap fase percobaan diambil tanahnya beberapa dibuat grafik dengan sumbu x adalah banyaknya pukulan (logaritma pukulan) dan sumbu y adalah persentase kadar air (*water content*).
10. Keempat titik percobaan tersebut dihubungkan dengan garis lurus sehingga memotong sumbu tegak pada pukulan ke-25.
11. Titik potong pukulan ke-25 dan garis lurus ditarik garis mendatar dan menemukan prosentase kadar air dengan kata lain titik itulah batas cair dari tanah tersebut.
12. Buat grafik dimana absis adalah jumlah ketukan (n) dan ordinat adalah kadar air contoh tanah yang bersangkutan.



### **3.3.1.3.2. Batas Plastis**

Batas plastis adalah kadar air pada batas bawah daerah plastis. Kadar air ini ditentukan dengan menggiling tanah pada plat kaca sehingga diameter dari batang tanah yang dibentuk sedemikian rupa mencapai 3mm. Bilamana tanah mulai pecah pada saat diameternya mencapai 3mm maka kadar air tanah itu adalah batas plastis.

Batas plastis menunjukkan kadar air pada waktu tanah tidak dapat digelintir menjadi gelintiran-gelintiran dengan diameter lebih kecil dari 3mm, sehingga apabila gelintiran diteruskan, maka tanah akan putus-putus.

#### **a. Tujuan**

Untuk mengetahui batas plastis suatu tanah, yaitu batas antara keadaan plastis dan semi plastis.

#### **b. Alat yang Digunakan**

- › Saringan (ayakan) no.40
- › Cawan
- › Colet
- › Lempeng kaca
- › Neraca analitis dan anak timbangan
- › Oven
- › Mangkok

c. Cara Kerja

1. Ambil sampel tanah kering yang sudah melalui saringan no. 40 ditaruh dalam mangkok dan diberi aquades kemudian aduk sampai merata dengan bantuan *spatula*.
2. Jika tanah sudah homogen, ambil contoh kurang lebih 8 gram dan buat gulungan tanah diatas pelat kaca sampai mencapai batangan-batangan dengan diamter 3,2mm. Contoh tanah yang tepat pada diameter 3,2mm mulai menunjukkan retak-retak menunjukkan tanah dalam keadaan batas plastis.
3. Ambil contoh tanah tersebut lalu ditimbang sebanyak 5 gram atau 10 gram untuk ditentukan kadar airnya.
4. Jika batangan tanah belum mencapai diameter 3,2mm sudah menunjukkan retak maka tanah tersebut terlalu kering dan percobaan harus diulang dengan menambahkan kadar airnya, dan sebaliknya jika batangan tanah sudah mencapai diameter 3,2mm dan belum menunjukkan retak maka tanah terlalu basah dan perlu dikeringkan dengan jalan didiamkan atau diaduk-aduk dalam cawan pencampur.
5. Sesudah batas pilin tercapai, maka tanah diambil dan ditimbang beratnya kemudian dioven selama 24 jam untuk menentukan kadar airnya.

### **3.3.1.3.3. Batas Susut**

#### **a. Tujuan**

Untuk mengetahui batas menyusut tanah.

#### **b. Alat yang Digunakan**

- ), Saringan (ayakan) no.40
- ), Cawan
- ), Colet
- ), Lempeng kaca
- ), Neraca analitis dan anak timbangan
- ), Oven
- ), Mangkok
- ), Pipet
- ), Cetakan contoh tanah dari logam atau plastik
- ), *Desicator*
- ), Air raksa

#### **c. Cara Kerja**

1. Tanah yang akan digunakan diambil dari lubang percobaan dengan kedalaman 1,00m.
2. Sampel tanah terdiri dari tanah asli.
3. Sampel dikeringkan kering udara, dihancurkan dan diayak dengan ayakan no. 40.
4. Tanah yang lewat ayakan tersebut diambil sebagian dan diberi air sedikit demi sedikit sambil diaduk merata betul sehingga kira-kira di atas batas plastis.

5. Untuk menentukan air pencampur tersebut ditentukan sebagai berikut:
- a. Tanah yang telah diaduk tersebut diletakkan di atas lempeng kaca sehingga tanah tersebut turun merata. Sesudah itu dari atas ditetesi air dengan pipet, apabila dalam waktu 30 detik air tetesan itu meresap rata semua, berarti tambahan air cukup. Jika masih terdapat air pada permukaannya, berarti tambahan air terlalu banyak.
  - b. Tanah yang sudah jenuh tersebut dimasukkan ke dalam mangkuk cetakan sampai sepertiga tingginya dan diketuk-ketukkan di atas meja agar permukaannya menjadi rata. Selanjutnya diisi lagi sepertiga tinggi dan sepertiga tinggi lagi terakhir dengan cara yang sama seperti yang disebut terdahulu.
  - c. Kelebihan tanah pada permukaannya diratakan dengan pisau dan tidak boleh terdapat lubang-lubang atau gelembung-gelembung udara pada contoh tanah tersebut.
  - d. Tanah dan mangkuk tersebut segera ditimbang beratnya, kemudian dikeringkan kering udara agar menyusutnya tidak terlalu cepat atau dapat juga dikeringkan dalam oven listrik hingga tanah tidak menyusut lagi. Hal ini dapat ditentukan dengan

melihat perubahan warna tanah tersebut dari warna coklat tua (warna gelap) menjadi warna coklat lebih muda.

- e. Kemudian tanah dikeluarkan dari oven listrik dan didinginkan dalam desiccator serta ditimbang beratnya. Dengan menggunakan air raksa dapat diketahui berat tanah kering.

### **3.3.2. Penetapan Nilai OMC**

Setelah sifat-sifat dasar tanah diketahui selanjutnya mencari nilai OMC standart Proctor guna menentukan kadar air optimum yang digunakan ASTM D 698 sebagai acuan untuk benda uji nanti.

#### **a. Kegunaan:**

Untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah sehingga bisa diketahui kepadatan maksimum dan kadar air optimum.

#### **b. Peralatan yang digunakan:**

- Cetakan dengan 0 102 mm dan tinggi 11,5 cm.
- Alat tumbuk tangan dengan diameter 50,8 mm dan berat 2,5 kg serta tinggi jatuh 30 cm dengan selubung yang mempunyai paling tidak 4 buah lubang udara dengan diameter 9,5 mm.
- Alat pengeluar contoh.
- Timbangan kapasitas 11,5 kg'dengan ketelitian 5 gram
- Oven pengering.
- Alat perata, dari besi dengan panjang 25 cm dengan salah satu sisi memanjang tajam dan lainnya rata.
- Saringan 50 mm, 19 mm dan 4,75 mm.
- Talam, alat pengaduk dan sendok.

### c. cara kerja

- Contoh tanah dikeringkan sehingga menjadi gembur kemudian ditumbuk dengan palu karet. - Tanah yang sudah gembur disaring dengan saringan No. 4. Jumlah tanah yang harus disiapkan 15 kg.,
- Benda uji dibagi menjadi 6 bagian dan tiap-tiap bagian dicampur air yang suclah ditentukan dan diaduk sampai rata.
- Penambahan air diatur sehingga didapat benda uji sebagai berikut: 3 contoh dengan kadar air kurang lebih di bawah w optimum, 3 contoh dengan kadar air kurang lebih di atas w optimum.
- Perbedaan kadar air benda uji masing-masing 1-3%.
- Masing-masing benda uji dimasukkan dalam kantong plastik dan disimpan selama 12 jam atau sampai tanah jenuh.
- Timbang cetakan dan alasnya dengan ketelitian 5 gram.
- Cetakan leher dan keping dijadikan satu, dan tempatkan pada alas yang kokoh.
- Ambil salah satu dari contoh tanah diaduk dan dipadatkan dengan cara Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk standar 2,5 kg dengan tinggi jatuh 30,5 cm. Tanah dipadatkan dalam 3 lapisan dan tiap lapisan dipadatkan dengan 25 tumbukan.
- Potong kelebihan tanah dari bagian Wiling leher dengan pisau dan lepaskan leher sambung.
- Pergunakan alat perata untuk meratakan kelebihan tanah sehingga betul-betul rata, dengan permukaan cetakan.
- Timbang cetakan berisi benda uji dengan ketelitian 5 gram.
- Keluarkan benda uji tersebut dan ambil sebagian kecil untuk pemeriksaan kadar air.

### 3.4. Tahap Pelaksanaan

Setelah tahap persiapan selesai, maka selanjutnya dilakukan percobaan untuk pengamatan pengaruh penambahan kadar semen dan fly ash terhadap UCS, kembang susut tanah lempung ekspansif .

#### 3.4.1. Pembuatan Benda Uji

Pencampuran tanah dengan semen dan *fly ash* dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Tanah kering matahari ditumbuk dengan palu karet dan disaring dengan saringan No. 40 kemudian periksa kadar air (w) dan disimpan dalam kantong plastik yang tertutup rapat.
2. Hitung penambahan air pada sampel tanah campuran agar kadar air tanah campuran kadar airnya dapat mendekati kadar air optimum.
3. Menghitung dan menimbang jumlah semen dan fly ash yang dibutuhkan sesuai dengan jumlah perhitungan prosentase perbandingan campuran.
4. Tanah dituangkan kedalam wadah kemudian dicampur dengan semen dan *fly ash* sampai teraduk dengan rata dan ditambahkan air sesuai kadar air optimum, dicampur hingga rata dengan waktu yang secepat mungkin  $\pm 5$  menit.
5. Kemudian tanah campuran dipadatkan dengan pemadatan standart proctor.
6. Campuran sampel tanah dicetak sesuai dengan dimensi ukuran yang telah ditentukan untuk pengujian potential swelling, pengujian swell pressure, dan pengujian kuat tekan bebas.
7. Untuk sampel yang telah dicetak ada beberapa sampel yang akan melalui proses pemeraman dengan waktu peram selama 3 hari dan 7 hari sebelum nantinya akan di uji. Dengan temperatur pemeraman sampel tanah pada temperatur ruang.

### 3.4.2. Kombinasi Pencampuran Tanah Dengan Semen dan *Fly Ash*

Pada penelitian ini tanah asli akan dicampur dengan semen dan *fly ash*. Campuran tanah dengan semen ini akan dicampur dengan beberapa komposisi jumlah semen dan *fly ash* yang berbeda-beda.

Perhitungan komposisi dari campuran tanah dengan semen (PC) dan *fly ash* (FA) dapat dilihat pada uraian berikut ini :

Dalam percobaan ini tanah yang akan digunakan untuk sampel percobaan seberat 2100 gram, maka jumlah semen dan *fly ash* yang harus ditambahkan adalah sebagai berikut :

- Untuk campuran dengan 2% PC + 2% FA (tanah campuran I)  
Berat semen 2% x 2100gr = 42 gr  
Berat *fly ash* 2% x 2100gr = 42 gr
- Untuk campuran dengan 2% PC + 4% FA (tanah campuran II)  
Berat semen 2% x 2100gr = 42 gr  
Berat *fly ash* 4% x 2100gr = 84 gr
- Untuk campuran dengan 2% PC + 6% FA (tanah campuran III)  
Berat semen 2% x 2100gr = 42 gr  
Berat *fly ash* 6% x 2100gr = 126 gr

### 3.4.3. Pengujian Kuat Tekan Bebas

Pengujian tekan bebas (*unconfined compression strength*) untuk tanah asli ini adalah bentuk khusus dari uji UU yang umum dilakukan terhadap sampel tanah lempung. Pada uji ini, tegangan penyekap  $\sigma_3$  adalah nol. Tegangan aksial dilakukan terhadap benda uji secara relatif cepat sampai mencapai keruntuhan. Pada titik keruntuhan, harga tegangan total utama kecil (*total minor principal stress*) adalah nol dan tegangan utama besar adalah  $\sigma_1$ .



Sampel tanah yang dipakai untuk uji ini merupakan benda uji yang telah dibuat sebelumnya yaitu yang diambil pada kedalaman 1m dengan kadar air 37%

a. Tujuan

- ), Untuk mengetahui perilaku kuat geser tanah lempung ekspansif akibat perubahan kadar air dan tumbukan yang berbeda.
- ), Untuk mengetahui tegangan ultimate ( $q_u$ ) dan kohesi ultimate ( $c_u$ ) dari sampel tanah yang bervariasi kadar air dan tumbukan untuk dibandingkan dengan tanah asli.

b. Alat dan Bahan yang Digunakan

- ), *Unconfined Compression Strength Unit*
- ), Pisau dan alat pencetak
- ), Veselin
- ), Neraca Analitis dan anak timbangan
- ), Sampel tanah *disturbed* dan *undisturbed*

c. Cara Kerja

1. Tanah dari tabung dimasukkan dalam cetakan *unconfined*.
2. Kemudian ditimbang beratnya di neraca analitis.
3. *Dial* pada *proving ring* diatur sedemikian rupa sehingga menunjukkan angka nol.
4. Setelah siap maka dilakukan pemutaran dengan kecepatan 0,760 mm/menit, serta pada waktu mulai memutar harus bersamaan dengan persamaan *stopwath*.

5. Pembacaan *dial* dan waktu terus berlangsung sampai sampel tanah mengalami retak dan terjadi penurunan pada jarum dial.
6. Apabila tanah sampai pada regangan 20% belum menunjukkan adanya keretakan maka pada saat 20% itu dianggap batas maksimumnya.

Pada pengujian ini benda uji yang diambil dari pemadatan proctor yang dicetak pada tabung dari logam yang mempunyai diameter 3,6 cm dan tinggi 8,6 cm. Kemudian tanah yang sudah dicetak dikeluarkan dari tabung dan diuji dengan alat *Unconfined Compression Strength Unit*. Jumlah benda ujinya dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Jumlah Benda Uji untuk pengujian kuat tekan bebas (UCS)

Kuat Tekan Bebas (UCS)				
Kondisi Tanah	Waktu Peram 0 hari	Waktu Peram 3 hari	Waktu Peram 7 hari	Jumlah Benda Uji
Tanah Asli	1 sample	-	-	1 sample
Tanah Campuran I	1 sample	1 sample	1 sample	3 sample
Tanah Campuran II	1 sample	1 sample	1 sample	3 sample
Tanah Campuran III	1 sample	1 sample	1 sample	3 sample

#### 3.4.4. Pengujian Persentase Mengembang

Pada pengujian persentase mengembang menggunakan beban tetap sebesar beban *overburden*, diberlakukan untuk semua benda uji.

##### a. Tujuan

- ), Untuk mengetahui perilaku persentase mengembang dan persentase tekanan mengembang tanah lempung ekspansif akibat perubahan kadar air dan akibat perulangan siklus.

- ), Untuk mengetahui seberapa besar tingkat perubahan *pressure* dan mengembangkannya akibat siklus dan kondisi kadar air awal.

b. Alat dan Bahan yang Digunakan

- ), Satu set alat konsolidasi
- ), Pemberat
- ), Neraca analitis
- ), *Stopwatch*
- ), Oven
- ), Jangka sorong
- ), Kertas saring dan pisau
- ), Sampel tanah *disturbed* dan *undisturbed*

Jumlah sample dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel. 3.2. Jumlah benda uji prosentase mengembang

Prosentase Mengembang				
Kondisi Tanah	Waktu Peram 0 hari	Waktu Peram 3 hari	Waktu Peram 7 hari	Jumlah Benda Uji
Tanah Asli	1 sample	-	-	1 sample
Tanah Campuran I	1 sample	1 sample	1 sample	3 sample
Tanah Campuran II	1 sample	1 sample	1 sample	3 sample
Tanah Campuran III	1 sample	1 sample	1 sample	3 sample

c. Cara Kerja

1. Ring untuk menaruh sampel diukur tinggi, diameter dan ditimbang beratnya.
2. Tanah dimasukkan kedalam ring dan diratakan (jangan dipadatkan), lalu dilapisi kertas saring untuk menjaga kejenuhan sampel tanah.

3. Ring yang berisi tanah sebelum ditempatkan sesuai nomornya pada alat konsolidasi ditimbang terlebih dahulu.
4. Kemudian dipasang pada alat konsolidasi, yang dibebani minimal 1 kPa kemudian dilakukan *seating* awal kemudian dikunci dan diberi beban sebesar *overburden* (15,782 kPa) selama 5 menit.
5. Sel konsolidasi diisi dengan air dan dijaga jangan sampai berkurang atau kering.
6. Kemudian dibaca pengembangan sesuai waktu yang telah ditentukan (6, 12, 30 detik, 1, 2, 4, 8, 15, 30 menit, 1, 2, 4, 8, 24, 48, 72 jam).

#### 3.4.5. Pengujian Tekanan Mengembang

Pengujian tekanan mengembang merupakan lanjutan dari uji presentasi mengembang setelah pengembangan maksimum. Selanjutnya diberi tekanan bertahap hingga kembali keangka pori awal ( $e_0$ ). Pembacaan dial dilakukan pada setiap masing-masing beban setelah pembebanan berlangsung selama 24 jam. Besar beban-beban tersebut adalah minimal kelipatan dari *overburden*. Jumlah benda uji dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Jumlah benda uji untuk pengujian tekanan mengembang

Tekanan Mengembang				
Kondisi Tanah	Waktu Peram 0 hari	Waktu Peram 3 hari	Waktu Peram 7 hari	Jumlah Benda Uji
Tanah Asli	1 sample	-	-	1 sample
Tanah Campuran I	1 sample	1 sample	1 sample	3 sample
Tanah Campuran II	1 sample	1 sample	1 sample	3 sample
Tanah Campuran III	1 sample	1 sample	1 sample	3 sample

### 3.4.6. Pengujian Shrinkage

Suatu tanah akan menyusut apabila air yang dikandungnya secara perlahan-lahan hilang dalam tanah. Dengan hilangnya air secara terus menerus, tanah akan mencapai suatu tingkat keseimbangan di mana penambahan kehilangan air tidak akan menyebabkan perubahan volume. Kadar air dinyatakan dalam persen, di mana perubahan volume suatu massa tanah berhenti didefinisikan sebagai batas susut (*shrinkage limit*).

Pada pengujian ini benda uji yang diambil dari pemadatan proctor yang dicetak pada mangkok dari logam yang mempunyai diameter 44,4mm dan tinggi 12,7mm. Bagian dalam dari mangkok dilapisi dengan vaselin, kemudian diisi dengan benda tanah basah sampai penuh. Permukaan tanah didalam mangkok kemudian diratakan dengan menggunakan penggaris yang bersisi lurus sehingga permukaan tanah tersebut menjadi sama tinggi dengan sisi mangkok. Berat tanah basah didalam mangkok ditentukan. Tanah di dalam mangkok kemudian dikeringkan di dalam oven. Volume dari contoh tanah yang telah dikeringkan ditentukan dengan cara menggunakan air raksa. Jumlah benda ujinya dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4. Jumlah benda uji untuk pengujian shrinkage

Pengujian Shrinkage		
Kondisi Tanah	Waktu Peram 0 hari	Jumlah Benda Uji
Tanah Asli	2 sample	2 sample
Tanah Campuran I	2 sample	2 sample
Tanah Campuran II	2 sample	2 sample
Tanah Campuran III	2 sample	2 sample

### 3.4.7. Pengujian Atterberg Limits

Pada pengujian ini benda uji yang diambil dari hasil tanah campuran tanpa penambahan air, kemudian dioven dan di uji batas cair, batas plastis dan batas susut. Jumlah tanah sample dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5. Jumlah benda uji pengujian atterberg

Atterberg		
Kondisi Tanah	Waktu Peram 0 hari	Jumlah Benda Uji
Tanah Asli	2 sample	2 sample
Tanah Campuran I	2 sample	2 sample
Tanah Campuran II	2 sample	2 sample
Tanah Campuran III	2 sample	2 sample